

Parâmetros Granulométricos dos sedimentos da praia dos Artistas-Aracaju-SE

Statistical Parameters of Grain Size Distribution of sediments from Artists beach-Aracaju-SE

L. V. Jesus¹ & A. C. S. Andrade^{1,2}

¹Núcleo de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

²Pós- Graduação em Geociências e Análise de Bacias, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

luvieira.geo@gmail.com

(Recebido em 17 de fevereiro de 2013; aceito em 27 de maio de 2013)

As praias constituem depósitos de sedimentos inconsolidados não vegetados; seus sedimentos são caracterizados pelo seu tamanho, forma e composição. A praia dos Artistas é uma praia de desembocadura do rio Sergipe, que apresenta morfologia variada em função da alternância de processos erosivos e deposicionais. Este trabalho visa caracterizar os sedimentos da praia dos Artistas – Aracaju – Sergipe. No período de outubro de 2008 a junho de 2012 foram coletadas superficialmente 186 amostras de sedimentos da face de praia intermediária em seis perfis transversais. Os sedimentos foram lavados, secados, quarteados e “peneirados a seco” com agitador de peneiras do tipo *rotap*. Os dados do peso retido em cada diâmetro médio foram lançados no Sistema de Análises Granulométricas (SYSGRAN) que forneceu o tamanho do grão, o selecionamento, a assimetria e a curtose. Os sedimentos que compõem a praia dos Artistas são predominantemente de tamanho areia fina e média, moderadamente selecionados, com curvas aproximadamente simétricas e assimétricas positivas e, mesocúrticas. Os parâmetros estatísticos dos sedimentos apresentaram características similares àquelas de sedimentos fluviais, mostrando a influência da desembocadura do rio Sergipe como fonte de sedimentos para a praia investigada. A caracterização dos sedimentos praias auxilia em projetos de recuperação de praias sob atuação de processos erosivos. Dessa forma, este trabalho serve de subsídio para o planejamento ambiental da praia dos Artistas.

Palavras-chave: tamanho do grão; face de praia; desembocadura do rio

The beaches are no vegetated, unconsolidated sediments deposits; their sediments are characterized by size, shape and composition. The Artists beach is situated near Sergipe river mouth and presents a variable morphology due to erosive and depositional processes. This study aims to characterize the sediment from Artists beach - Aracaju - Sergipe. The field work was taken from october 2008 to june 2012. A total of 186 surface sediment samples were taken in 6 transects perpendicular to the shore at intermediate beach face. Samples were rinsed with fresh water, dried and divided into sub-samples for dry sieving analysis. Grain size distributions were determined using the SYSGRAN package, which provided the grain size, standard deviation (sorting), skewness and kurtosis. The sediment grain size distribution from Artists beach ranged mainly from fine to medium grained sand, moderately sorted, near symmetrical and fine (positively) skewed with a mesokurtic distribution. This study showed that sediments from investigated beach have similar characteristics to those of fluvial sediments, showing the influence of Sergipe river mouth as a sediment source. The characterization of beach sediments can help the restoration projects for beaches undergone to erosional actions. Thus, this work may be useful for the environmental planning of the Artists beach.

Keywords: grain size; beach face; river mouth

1. INTRODUÇÃO

As praias constituem depósitos de sedimentos inconsolidados não vegetados, comumente de granulometria areia, que se estendem desde a linha de baixa-mar até alguma feição geomorfológica, como: duna, falésia, costão rochoso ou qualquer estrutura desenvolvida pelo homem^{1,2,3}. As ondas, correntes e ventos atuam sobre os sedimentos praias, erodindo-os,

transportando-os e depositando-os². Segundo Komar¹, os agentes costeiros atuam sobre os grãos selecionando-os por tamanho, densidade e forma.

Os parâmetros granulométricos incluem além da média, da mediana e da moda, outros parâmetros estatísticos como o selecionamento, a assimetria e a curtose⁴. O objetivo desse trabalho é caracterizar a granulometria dos sedimentos da praia dos Artistas – Coroa do Meio – Aracaju – SE.

Essa praia, situada na área contígua à margem direita da desembocadura do rio Sergipe, tem sido alvo de intensa alteração morfológica desde 2007. Eventos deposicionais e erosivos ocorrem de forma alterada, conforme verificado nos estudos desenvolvidos por Santos *et al.*⁵, Andrade *et al.*⁶, Oliveira *et al.*⁷, Jesus; Andrade⁸, Jesus *et al.*⁹.

A caracterização granulométrica dos sedimentos auxilia em projetos de recuperação de praias através da alimentação artificial de sedimentos¹⁰. Dessa forma, esse estudo fornece subsídios ao planejamento ambiental da área investigada.

2. ÁREA DE ESTUDO

A praia dos Artistas, situada na área contígua à margem direita da desembocadura do rio Sergipe no município de Aracaju – Sergipe (Figura 1), constitui uma praia de desembocadura fluvial. Segundo Oliveira¹¹, Bittencourt *et al.*¹², Rodrigues¹³, por ser uma praia de desembocadura fluvial, apresenta elevada variabilidade morfológica. Os trabalhos sobre perfis de praia e com cálculo de volume de sedimentos, realizados na praia dos Artistas^{5, 6, 7, 8, 9} corroboram a elevada variabilidade desse setor do litoral de Aracaju.

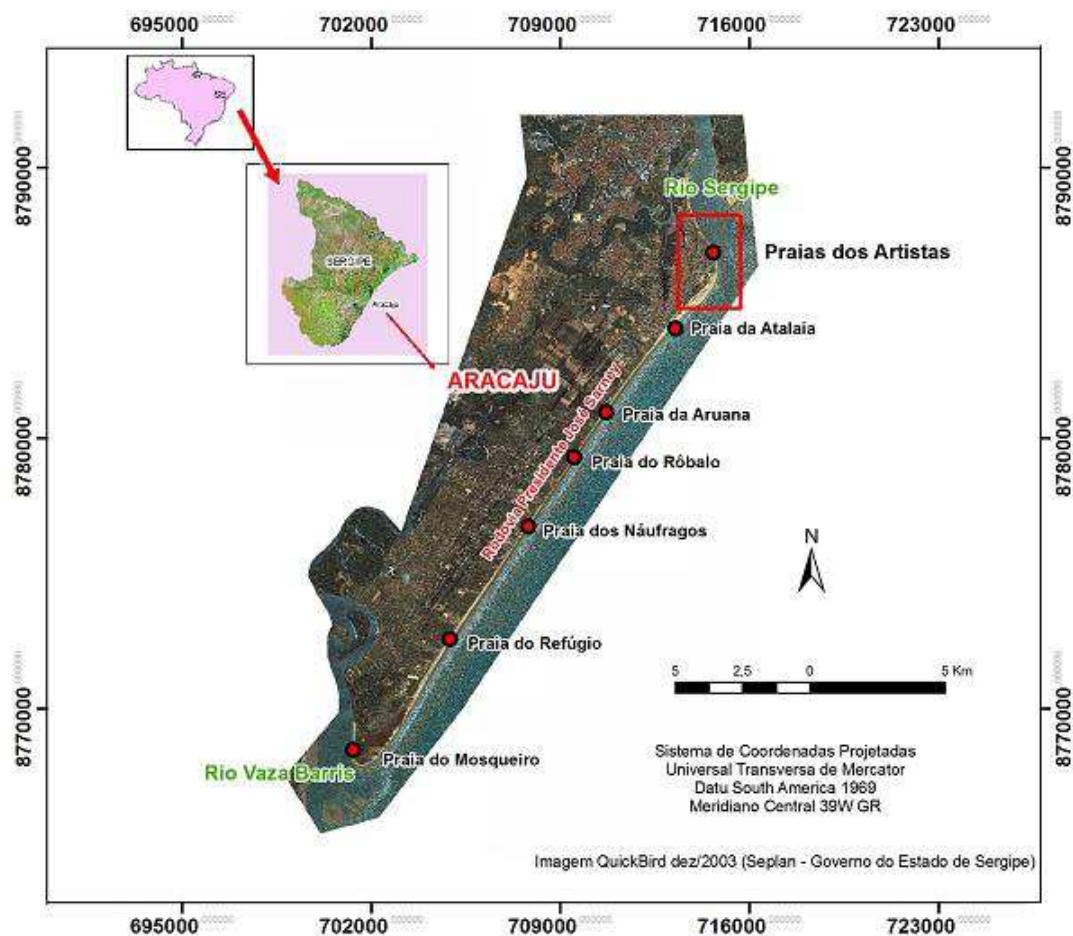


Figura 1 – Localização da área de estudo - praia dos Artistas (em destaque), Coroa do Meio, Aracaju – SE. O transporte longitudinal apresenta sentido predominante de NE – SW de acordo com Oliveira¹¹.

O clima do litoral de Aracaju é quente e úmido com temperaturas médias entre 24° e 27° C. A precipitação média total é de aproximadamente 1.600 mm durante o ano¹⁴. Os ventos predominantes são advindos de NE, E e SE. Os ventos de SE ocorrem, predominantemente, no período chuvoso, enquanto que os ventos de NE e E ocorrem com maior frequência no período seco¹⁵. O rio Sergipe apresenta vazão média de 13,84 m³/s¹⁶.

As marés que afetam o litoral de Aracaju são do tipo mesomarés, semi-diurnas, com amplitudes de aproximadamente 2 m¹⁷. As ondas na região nordeste do Brasil têm a direção predominante de N, E, SE e NE e apresentam alturas variando de 1 a 3 m, a depender da estação do ano¹⁸. A corrente longitudinal, no litoral do estado de Sergipe, incluindo a praia investigada, apresenta sentido predominante de NE para SW¹¹.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia consistiu em duas etapas: trabalhos de campo e de laboratório.

Os trabalhos de campo foram realizados no período de outubro de 2008 a junho de 2012 e consistiram na coleta de sedimentos da face de praia intermediária em 6 perfis transversais posicionados à aproximadamente 1,5 km da foz do rio Sergipe (Figura 2). As coletas de sedimentos foram realizadas mensalmente (outubro de 2008 a setembro de 2010) e sazonalmente (outubro de 2010 a junho de 2012), totalizando 186 amostras de sedimentos.



Figura 2: Localização dos 6 perfis transversais (perfil 1 a 6) realizados na praia dos Artistas – Coroa do Meio – Aracaju/SE.

No Laboratório de Geoquímica e Sedimentologia do Núcleo de Geologia da Universidade Federal de Sergipe, os sedimentos foram submetidos à análise por peneiramento a seco, segundo o procedimento padrão descrito por Briggs⁴.

A distribuição das amostras de sedimento em classes granulométricas foi efetuada estatisticamente através da utilização do programa SYSGRAN – Sistemas de Análises Granulométricas desenvolvido por Maurício Garcia de Camargo do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná e disponibilizado gratuitamente com a licença GNU no site <http://200.17.232.45/sysgran>¹⁹.

O SYSGRAN permite o cálculo dos parâmetros estatísticos através de alguns métodos gráficos. Nesse trabalho, foi utilizado o método padrão descrito por Folk; Ward²⁰ que, segundo Dias²¹ é um método simples e eficaz. O SYSGRAN forneceu a média (diâmetro médio), o selecionamento (grau de seleção ou desvio padrão), a assimetria, a curtose e suas classificações verbais.

Por fim, foi efetuado o cálculo de porcentagem (%) dos parâmetros granulométricos para cada perfil investigado e os dados foram espacializados no ArcGis 9.3.1.

4. SIGNIFICADO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS SEDIMENTOS PRAIAIS

A média ou diâmetro médio ($\bar{\phi}$) consiste no tamanho médio das partículas²⁰. Segundo Martins²², a granulometria dos sedimentos de praia, em geral, varia de areia muito fina a média, enquanto que a granulometria dos sedimentos fluviais varia de areia média a grossa. Porém, quando a oferta de sedimentos é muito grande, a praia pode ser composta tanto por areia e cascalho (seixo, grânulo), como por silte²³. Davis Jr; FitzGerald² afirmam que os sedimentos finos (lama) tendem a se acumular em ambientes de baixa energia de ondas, enquanto que os sedimentos tamanho areia tendem a se acumular em ambientes de alta energia de ondas. A atuação de eventos de tempestade, no entanto, pode alterar temporariamente a energia do ambiente, favorecendo a deposição momentânea de sedimentos mais grossos¹. A proporção de sedimentos mais grossos é maior em praias contíguas às desembocaduras fluviais, em função da proximidade da área fonte³.

O selecionamento ou grau de seleção é uma medida de dispersão da amostra, ou seja, o desvio padrão (σ) da distribuição de tamanho⁴. Sedimentos bem selecionados implicam em grãos com pequena dispersão dos seus valores granulométricos, ou dos valores das medidas de tendência central. Com o aumento do transporte ou da agitação do meio as partículas de diferentes tamanhos tendem a ser separadas por tamanho²⁴. Em uma praia, o grau de seleção reflete as características dos sedimentos que são transportados para a zona costeira e seu posterior retrabalhamento pela ação de ondas, marés, espraçamento (*swash*) e ventos²⁵. Segundo Folk²⁶, os sedimentos praias derivados de uma mesma fonte serão mais bem selecionados do que sedimentos fluviais, devido à atuação dos agentes costeiros. Adicionalmente, Martins²² afirma que os sedimentos de praia, em geral, são moderadamente a bem selecionados, enquanto que os sedimentos fluviais são pobremente a moderadamente selecionados e os sedimentos eólicos são bem a muito bem selecionados.

A assimetria representa o grau de deformação da curva de frequência simples para a direita ou para a esquerda, analisando-se a relação entre a moda, a média e a mediana²¹. Quando os valores da moda, da média e da mediana forem iguais, a distribuição é considerada simétrica. No caso desses valores serem diferentes, a distribuição é assimétrica²⁷. A assimetria positiva ocorre quando o valor da média é superior ao valor da mediana que por sua vez é superior ao valor da moda. Nesse caso, a cauda da curva de distribuição é mais acentuada para direita (grãos mais finos). A assimetria negativa ocorre quando o valor da média é inferior ao valor da mediana que por sua vez é inferior ao valor da moda. Nesse caso, a cauda é mais acentuada para a esquerda (grãos mais grossos)²¹. Na análise de sedimentos, Duane²⁸, Martins²⁹ e Friedman^{30,23} afirmam que a assimetria é um parâmetro intrínseco ao ambiente de deposição e, que areias de praia têm assimetria negativa, enquanto que areias de rios e dunas, assimetria positiva. Friedman³⁰ e Martins^{29,22} afirmam que assimetria positiva ocorre devido à capacidade do agente

de transporte de um fluxo unidirecional (ambiente fluvial e eólico), enquanto que a assimetria negativa é causada pela remoção da cauda de grão fino da distribuição através do joeiramento ou adição de material grosso (ambiente praias). Duane²⁸ afirma que a assimetria negativa em sedimentos ocorre somente em praias nas quais não existe interferência de outros agentes costeiros, além de ondas e correntes costeiras. Friedman³⁰ afirma que quando areias de praia possuem assimetria positiva podem ser distinguidas das areias de rio pelo seu grau de seleção, maior que os sedimentos fluviais.

A curtose consiste no grau de achatamento de uma curva em relação à curva representativa de uma distribuição normal²⁷. A curva de distribuição da curtose pode ser classificada como: platicúrtica (achatada), mesocúrtica (normal) ou leptocúrtica (alongada). Os valores de curtose muito altos ou muito baixos podem sugerir que um tipo de material foi transportado de uma determinada área-fonte e depositado sem perder suas características originais²⁰. A curva platicúrtica mostra um espalhamento de sedimentos mais finos e mais grossos nas caudas, indicando mistura de diferentes sub-populações^{22, 31}. A ausência de espalhamento de sedimentos nas curvas leptocúrticas indica sedimentos bem selecionados na parte central da distribuição²². Segundo Martins²⁹, os sedimentos praias, em geral, possuem curvas leptocúrticas, enquanto que sedimentos eólicos, curvas mesocúrticas.

Friedman²³ e Gao; Collins³² afirmam que os parâmetros estatísticos refletem os processos de transporte e deposição dos sedimentos, como: deposição seletiva, abrasão, remoção seletiva e mistura de sedimentos. Mason; Folk³³ afirmaram que a assimetria e a curtose são os parâmetros que melhor definem os ambientes de deposição. No entanto, Friedman³⁰ considera que a assimetria define melhor o ambiente de deposição. Martins²² acrescenta que o tamanho dos grãos é útil na distinção dos ambientes sedimentares. Adicionalmente, Friedman³⁰ afirma que os parâmetros texturais refletem o modo e a intensidade do agente de transporte. Dessa forma, a compreensão do significado dos parâmetros estatísticos dos sedimentos é fundamental nos estudos de ambientes sedimentares. No entanto, Shepard; Young³⁴ afirmam que a melhor distinção entre os ambientes fluviais, eólicos e praias é o uso do conteúdo de silte, minerais pesados e grau de arredondamento dos grãos, além do uso das estruturas sedimentares^{35, 24}.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. DIÂMETRO MÉDIO

Os sedimentos foram classificados, predominantemente, como areia fina (de 32 a 52%) a média (de 32% a 53%). Adicionalmente, somente os sedimentos dos perfis 1 e 6 não apresentaram sedimentos do tamanho areia grossa, que compreenderam menos de 10% dos sedimentos nos demais perfis. Apenas a partir do perfil 2 foi verificada a presença de areia muito fina (de 7 a 18%) (Figura 3).

A presença de sedimentos de granulometria areia grossa pode ser resultado de três processos: remoção dos sedimentos finos por ação das ondas favorecendo a formação de um depósito de “lag”²³, aumento no aporte de sedimentos mais grossos trazidos pelo rio³ ou associados a eventos de tempestade¹.

Em praias de desembocadura fluvial é comum a presença de sedimentos mais grossos (areia média a grossa) aportados pelo rio, corroborando o sugerido por Briggs⁴, Martins²² e Bird³. Porém, no perfil 1 da praia dos Artistas, os sedimentos do tamanho areia grossa não foram depositados ao longo do período investigado, provavelmente porque foram “perdidos” para o canal do rio, que nesse setor é muito próximo da praia. Esses sedimentos foram carregados pela corrente longitudinal e depositados nos perfis seguintes (mais próximos ao rio Sergipe), diminuindo o seu aporte até se ausentar no perfil 6.

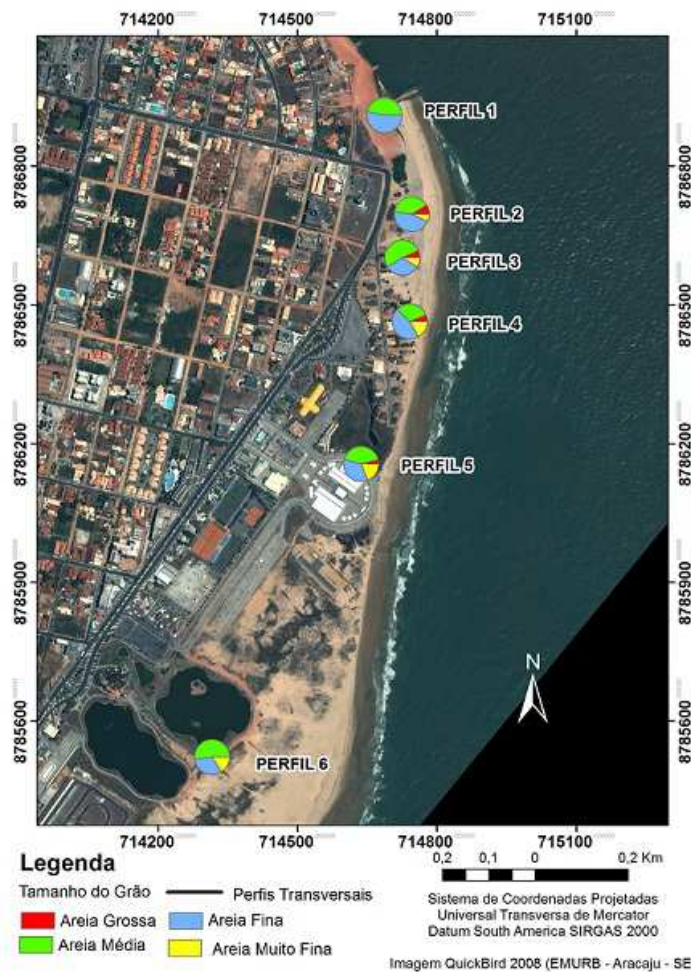


Figura 3: Diâmetro médio dos sedimentos nos perfis levantados na praia dos Artistas, no período de outubro de 2008 a junho de 2012. Os dados foram posicionados sobre o ponto de referência de cada perfil e os sedimentos foram coletados na face de praia intermediária.

5.2. SELECIONAMENTO

Os sedimentos foram caracterizados, predominantemente, como moderadamente selecionados (de 71 a 93%), pobremente selecionados (de 9 a 26%) e bem selecionados (de 3 a 7%) (Figura 4).

A presença de sedimentos moderadamente a bem selecionados na praia investigada corrobora com o proposto por Martins²² para sedimentos praias. Porém, a presença de sedimentos pobremente selecionados pode ser explicada das seguintes formas: (i) como a praia estudada consiste em uma “praia de desembocadura fluvial”, o rio Sergipe traz sedimentos de diferentes frações granulométricas para a zona costeira. De acordo com Briggs⁴, os sedimentos tendem a ser menos selecionados próximos a área-fonte ou (ii) o retrabalhamento no ambiente deposicional ainda não foi eficaz no selecionamento das partículas, conforme sugerido por Folk²⁶. Dessa forma, pode-se inferir uma “mistura” de subpopulações conforme sugerido por Emery³¹.

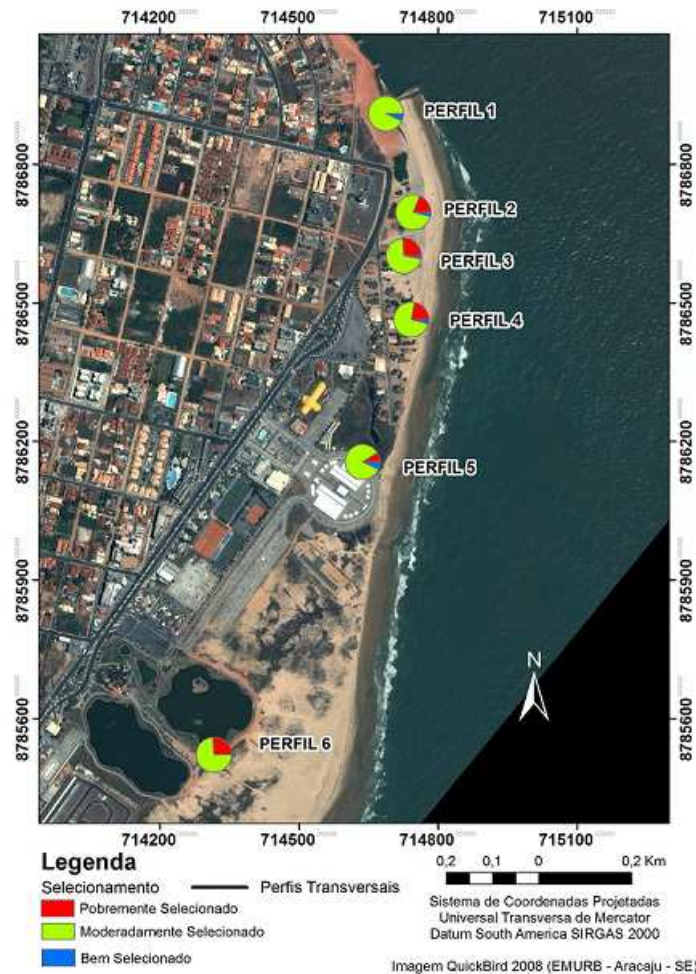


Figura 4: Selecionamento dos sedimentos nos perfis levantados na praia dos Artistas, no período de outubro de 2008 a junho de 2012. Os dados foram posicionados sobre o ponto de referência de cada perfil e os sedimentos foram coletados na face de praia intermediária.

5.3. ASSIMETRIA

As curvas de distribuição granulométrica dos sedimentos foram caracterizadas como simétricas (de 29% a 53%), assimétricas positivas (de 23% a 42%) e assimétricas negativas (de 11% a 32%) (Figura 5). Os maiores percentuais de assimetria negativa, típica de ambientes praias, concentraram-se nas amostras mais distantes da desembocadura do rio Sergipe (perfis 5 e 6).

Por outro lado, os altos percentuais de assimetria positiva não condizem com o proposto por Duane²⁸, Friedman^{30,23}, Martins^{29,22}, no qual as areias praias teriam assimetria negativa. No entanto, a praia em estudo apresenta além dos processos associados a ondas e correntes, a influência da descarga do rio Sergipe trazendo sedimentos fluviais que, em geral, apresentam assimetria positiva conforme sugerido por Duane²⁸, Friedman^{30,23} e Martins²². Este fato justifica o sinal positivo de assimetria verificado em muitas amostras de areia da praia dos Artistas.

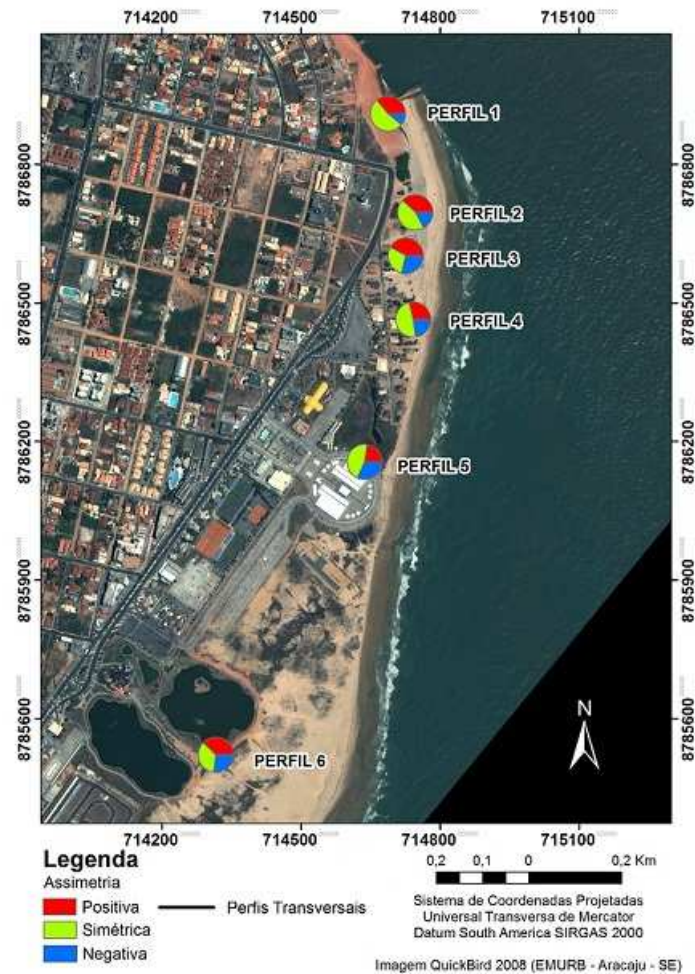


Figura 5: Assimetria dos sedimentos nos diferentes perfis, levantados nas praias investigadas, no período de outubro de 2008 a junho de 2012. Os dados foram posicionados sobre o ponto de referência de cada perfil e os sedimentos foram coletados na face de praia intermediária.

5.4. CURTOSE

As amostras de sedimentos apresentaram, predominantemente, curvas mesocúrticas (de 42% a 67%) e platicúrticas (de 20% a 45%), sendo raras aquelas com curvas leptocúrticas (de 7% a 16%) (Figura 6).

O alto percentual de curvas mesocúrticas e platicúrticas apresentado pelos sedimentos da praia dos Artistas não condiz com o proposto por Martins²⁹, no qual as areias de praia possuem curvas leptocúrticas. Este fato pode estar associado à mistura de subpopulações, ou seja, mistura de diferentes classes granulométricas Emery³¹. E, ainda, estes valores podem sugerir o proposto por Folk; Ward²⁰, no qual o sedimento foi transportado da área-fonte e depositado sem perder suas características originais.

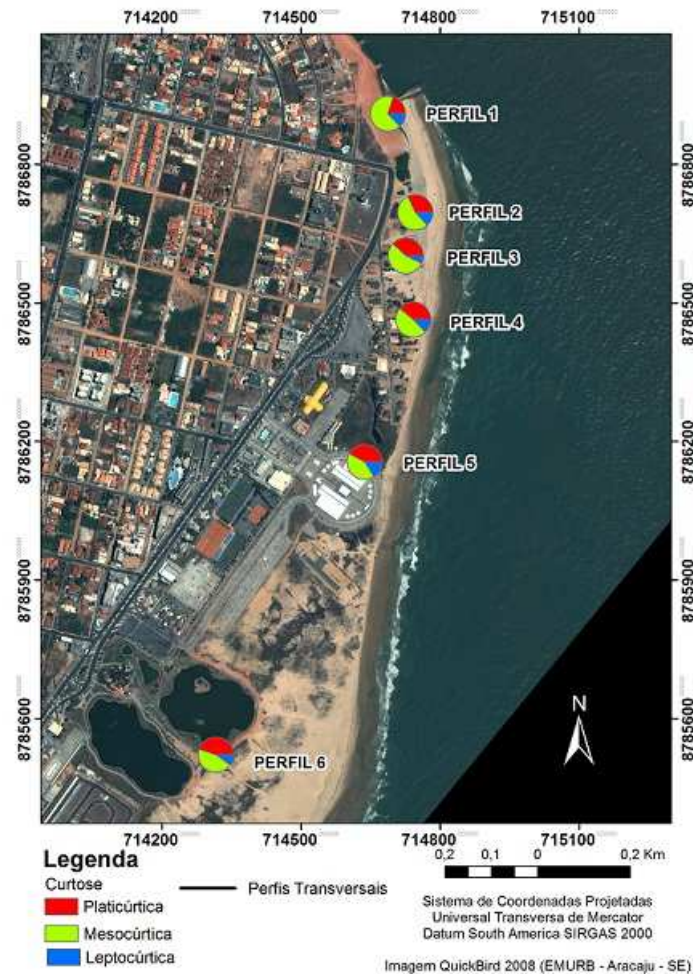


Figura 6: Curtose dos sedimentos nos diferentes perfis, levantados nas praias investigadas, no período de outubro de 2008 a junho de 2012. Os dados foram posicionados sobre o ponto de referência de cada perfil e os sedimentos foram coletados na face de praia intermediária.

6. CONCLUSÕES

Os sedimentos que compõem a praia dos Artistas são predominantemente do tamanho areia fina e média, moderadamente selecionados, com curvas simétricas e assimétricas positivas e, mesocúrticas. Dessa forma, os parâmetros estatísticos mostraram a influência da desembocadura do rio Sergipe como fonte de sedimentos para a praia investigada.

7. AGRADECIMENTOS

A COPES/UFS pela concessão de bolsa de iniciação científica; ao CNPq pelo apoio financeiro de projeto de pesquisa, ao NUGEO e PGAB/UFS pela disponibilização de uso de equipamentos e de acesso ao laboratório de Geoquímica e Sedimentologia, a SEPLAN/Aracaju e a EMURB/Aracaju por disponibilizar as imagens QuickBird 2003 e 2008, respectivamente, a prof^a. Dr^a. Maria de Lourdes Rosa por disponibilizar material para a realização da análise granulométrica, e ao Fábio Nascimento, Lauro Rosa, João Antônio, Geisedrielly Castro, Luana Santos e José Edson Oliveira, dentre outros, pelo auxílio nos trabalhos de campo em diferentes etapas do projeto.

1. Komar, P.D. Beach Processes and Sedimentation. _Englewood Cliffs, Nova Jersey: Prentice-Hall, 1998, 544pp
2. Davis Jr., R.A. & FitzGerald, D.M. Beaches and Coasts. 1ª ed. _Blackwell Publishing, 2004, 419p.
3. Bird, E. C. Coastal geomorphology: an introduction. 2ª ed. _ New York: John Wiley & Sons, 2008. 436 p.
4. Briggs, D. Sediments. _Fakenham, Norkfolk: Fakenham Press limited, 1977. 192pp.
5. Santos, G.C.; Oliveira, L.S.; Siqueira, J.E.O.; Nascimento, F.M.; Andrade, A.C.S. Monitoramento da Linha de Costa Através de Perfis de Praia na Atalaia Velha – Aracaju – SE. In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Oceanografia (CBO'2010), 2010. P. 3204-3206.
6. Andrade, A. C. S.; Santos, G.C.; Oliveira, L.S.; Siqueira, J.E.O.; Rodrigues, T. K.; Lavenère-Wanderley, A.A.O.; Nascimento, F.M. Recuperação natural do ambiente praias: o exemplo da Orlinha da Coroa do Meio - Aracaju SE. In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Oceanografia (CBO'2010), 2010. p. 864-866.
7. Oliveira, L.S.; Santos, G.C.; Siqueira, J.E.O.; Nascimento, F.M.; Andrade, A. C. S. Variabilidade sazonal dos perfis de praia na Atalaia Velha - Aracaju SE. In: IV Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2010, Rio Grande. Anais do IV Congresso Brasileiro de Oceanografia (CBO'2010), 2010. p. 3326-3328
8. Jesus, L.V.; Andrade, A.C.S. Erosão da praia próxima ao espigão da Coroa do Meio – Aracaju – SE. In: Anais do XXIV Simpósio de Geologia do Nordeste Aracaju: J.Andrade, 2011. p. 176.
9. Jesus, L.V.; Rodrigues, T. K.; Nascimento, F.M.; Souza, C.S.M.; Dalan, C.A.; Rosa, L.R.J.R.; Dantas, N.V.; Andrade, A. C. S. Migração do processo erosivo nas praias da Orlinha da Coroa do Meio - Aracaju - SE. In: Anais/Proceedings do 46º Congresso Brasileiro de Geologia, 1º Congresso de Geologia dos Países de Língua Portuguesa, 2012, Santos - Brasil.
10. Nordstrom, K.F. Recuperação de praias e dunas. [Tradução por Silvia Helena Gonçalves]. 1ª Ed. _São Paulo. Editora: Oficina de Textos, 2010. 263p.
11. Oliveira, M.B. Caracterização integrada da linha de costa do Estado de Sergipe – Brasil. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Dissertação de Mestrado, IGeo/UFBA, 2003. 102p.
12. Bittencourt, A.C.S.P.; Dominguez, J.M.L.; Oliveira, M.B. Sergipe. In: Erosão e progradação do litoral brasileiro, D. MUEHE (org.). – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p. 213-218.
13. Rodrigues, T.K. Análise das mudanças da linha de costa das principais desembocaduras do Estado de Sergipe: ênfase no rio Sergipe. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Dissertação de Mestrado, IGeo/UFBA, 2008, 78p.
14. INPE. Instituto Nacional de Pesquisas espaciais. Disponível em: http://clima1.cptec.inpe.br/~rclima1/monitoramento_brasil.shtml. Site acessado em: 22/08/2012.
15. Barbosa, L.M.; Dominguez, J. M. L. Coastal Dune Fields at the São Francisco River Strandplain, Northeastern Brazil: morphology and environmental controls. *Earth Surface Processes and Landforms*, Inglaterra, 2004, v. 29, p. 443-456.
16. ANA. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/cd1/parte1.htm>. Site acessado em 22/08/2012
17. DHN. Tábuas de Maré. Marinha do Brasil, Diretório de Hidrografia e Navegação. Disponível em: <http://www.dhn.br>. Acesso em: 28/01/2013
18. Pianca, C.; Mazzini, P.L.; Siegle, E. Brazilian offshore wave climate based on. NWW3 reanalysis. *Brazilian Journal of Oceanography*, 2010, **58**(1): 53-70.
19. Camargo, M.G. Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas de sedimentos. *Revista Brasileira de Geociências*, 2006, **36**(2): 371-378.
20. Folk, R.L., Ward, W.C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 1957, **27**: 3-26.
21. Dias, J. A. 2004. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos (Uma Introdução à Oceanografia Geológica). Universidade do Algarve, UALg, 84p. E-book disponível em: http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/eb_Sediment.html. Acesso em 28/01/2013
22. Martins, L.R. Recent Sediments and Grain size analysis: *Revista Gravel*, Porto Alegre, 2003. (1): 90-105.
23. Friedman, G. M. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, 1967, **37**: 327-354.
24. Nichols, G. Sedimentology and Stratigraphy. 2ª ed. –UK: Jonh Wiley & Sons Ltd., 2009. 419p.
25. Neal, W.J.; Pilkey, O.H.; Kelly, J.T. Atlantic Coast beaches: a guide to ripples, dunes and other natural features of the seashore. _Missoula, Montana: Mountain Press Publishing Company, 2007. 250pp.

26. Folk, R.L. Petrology of sedimentary rocks. Hemphills Publishing. Austin. USA. 1974. 185p
27. Andriotti, J. L. S. Fundamentos de Estatística e Geoestatística. 1ª ed. _ Rio Grande do Sul: Editora Unisinos. 2003. 165 p.
28. Duane, D.B. Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*, 1964, **34**: 864-874.
29. Martins, L.R. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. *Journal of Sedimentary Petrology*, 1965, **35** (1): 768-770.
30. Friedman, G. M. Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics: *Journal of Sedimentary Petrology*, 1961, **31**: 514-529.
31. Emery, K.O. Grain size in laminae of beach sand. *Journal of Sedimentary Petrology*, 1978, **48**: 1203-1212.
32. Gao, S.; Collins, M.B. Analysis of grain size trends, for defining sediment transport pathways in marine environments. *Journal of Coastal Research*, 1994, **10**(1): 70-78.
33. Mason, C.C.; Folk, R.L. Differentiation of beach, dune and Aeolian flat environment by size analysis, Mustang Island Texas: *Journal of Sedimentary Petrology*, 1958, **28**: 211-226.
34. Shepard, F.P; Young, R. Distinguish between beach and dune sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, 1961, **31**: 196-214.
35. Reineck, H.E.; Singh, I.B. *Depositional Sedimentary Environments*_2º Edition, Springer-Verlag, Berlin. 1973. 551p.